

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :

C21D 8/02, 1/19

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/55381

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum: 21. September 2000 (21.09.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/01517

(22) Internationales Anmeldedatum: 24. Februar 2000 (24.02.00)

(30) Prioritätsdaten:

199 11 287.8

13. März 1999 (13.03.99)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): THYSSEN  
KRUPP STAHL AG [DE/DE]; August-Thyssen-Strasse 1,  
D-40211 Düsseldorf (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KAWALLA, Rudolf  
[DE/DE]; Ottenschlag 56, D-46244 Bottrop (DE).  
PIRCHER, Hans [DE/DE]; Elsenborner Weg 39, D-45481  
Mülheim (DE). HELLER, Thomas [DE/DE]; Elsterweg  
8, D-47229 Duisburg (DE). ENGL, Bernhard [DE/DE];  
Fuchsweg 7, D-44267 Dortmund (DE). TESE, Pino  
[DE/DE]; Emastrasse 23, D-46045 Oberhausen (DE).

(74) Anwalt: COHAUSZ & FLORACK; Kanzlerstrasse 8a,  
D-40472 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE,  
CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

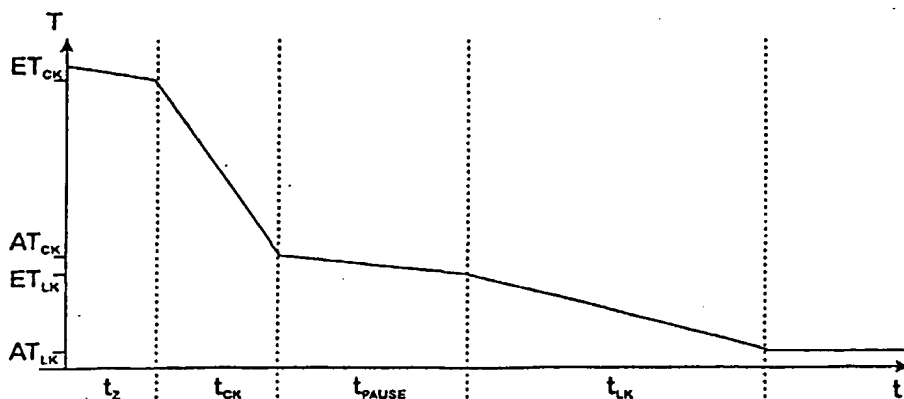
(54) Title: METHOD OF PRODUCING A HOT-ROLLED STRIP

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ERZEUGEN EINES WARMBANDES

(57) Abstract

The invention relates to a method of producing hot-rolled strips that are characterized by a high plasticity and an increased strength. To this end, a hot-rolled strip (W) is used, starting from continuously cast slabs, especially in the form of slabs that are re-heated or used directly from the casting heat, from thin slabs or from a cast strip. The steel used contains (in weight-%) C: 0.001 - 1.05 %, Si: ≤ 1.5 %, Mn: 0.05 - 3.5 %, Al: ≤ 2.5 %, optionally additional elements such as Cu, Ni, Mo, N, Ti, Nb, V, Zn, B, P, Cr, Ca and/or S, and the remainder

iron as well as conventional companion elements. The strip is then finished by continuous rolling and is continuously cooled off. Cooling off is performed in at least two subsequent cooling phases ( $t_{CK}$ ,  $t_{LK}$ ) of accelerated cooling to a final temperature, the first cooling phase ( $t_{CK}$ ) of accelerated cooling starting at least three seconds after the last reduction stage of the finish-rolling and the hot-rolled strip (W) being cooled off during the first cooling phase ( $t_{CK}$ ) of accelerated cooling at a cooling rate of at least 150 °C/s.



### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, mit welchem Warmbänder erzeugt werden können, die ein hohes Umformvermögen und eine erhöhte Festigkeit aufweisen. Dies wird dadurch erreicht, daß ein Warmband (W), welches insbesondere aus Strangguß in Form von wiedererwärmten oder direkt aus der Gießhitze eingesetzten Brammen, aus Dünnbrammen oder aus gegossenem Band basierend auf einem Stahl hergestellt ist, der (in Masse-%) C: 0,001 – 1,05 %, Si:  $\leq$  1,5 %, Mn: 0,05 – 3,5 %, Al:  $\leq$  2,5 %, gegebenenfalls weitere Elemente, wie Cu, Ni, Mo, N, Ti, Nb, V, Zn, B, P, Cr, Ca und/oder S, und als Rest Eisen sowie übliche Begleitelemente enthält, kontinuierlich fertigwalzt und anschließend kontinuierlich abgekühlt wird, wobei das Abkühlen in mindestens zwei aufeinander folgenden Kühlphasen ( $t_{CK}$ ,  $t_{LK}$ ) beschleunigter Kühlung auf eine Endtemperatur erfolgt, die erste Kühlphase ( $t_{CK}$ ) beschleunigter Kühlung spätestens drei Sekunden nach dem letzten Walzstich des Fertigwalzens beginnt und das Warmband (W) während der ersten Kühlphase ( $t_{CK}$ ) beschleunigter Kühlung mit einer Abkühlgeschwindigkeit von mindestens 150 °C/s gekühlt wird.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss der PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

## Verfahren zum Erzeugen eines Warmbandes

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen eines Stahl-Warmbandes, bei dem das Warmband nach dem Fertigwalzen einer in mehreren Stufen durchgeführten Abkühlung unterworfen wird.

Dem Abkühlen eines Warmbandes nach dem in der Regel in mehreren Stichen erfolgenden Fertigwalzen kommt in Bezug auf die Materialeigenschaften des Bandes eine erhebliche Bedeutung zu. Durch die Anwendung einer geeigneten Abkühlung lassen sich unter anderem die Gefügestruktur als solche und die Anteile der einzelnen Gefügearten an dieser Struktur beeinflussen. So ist es möglich, durch das Abkühlen beispielsweise die Festigkeit, Zähigkeit und Härte eines Warmbandes zu beeinflussen.

In dem Artikel "Hot rolled coils for special applications", A. De Vito et al., BTF - special issue 1986, Seite 137 - 141, sind verschiedene Untersuchungen beschrieben, welche den Einfluß der Abkühlung bei der Warmbandherstellung belegen. Diese Untersuchungen haben gezeigt, daß es beispielsweise bei der Herstellung eines Dualphasen-Warmbandstahls (DP-Warmbandstahls) zweckmäßig ist, die nach dem Fertigwalzen erfolgende Abkühlung in drei Stufen durchzuführen. In der ersten und der letzten dieser drei Stufen durchläuft das Band zwei herkömmlich ausgebildete, beabstandet zueinander angeordnete Laminarkühlstrecken, bei denen Kühlflüssigkeit in Form einer Vielzahl von in Förderrichtung des Bandes hintereinander angeordneten Schleiern auf das Band

gesprüht wird. Die dabei erreichte Abkühlrate liegt in der ersten Stufe des Abkühlens bei rund 70 °C/s. Die Abkühlung des Bandes in der dritten Stufe erfolgt langsamer als in der ersten Stufe.

In der zwischen den Laminarkühlstrecken durchlaufenen Zwischenstufe findet die Abkühlung bei dem bekannten Verfahren an Luft statt, wobei die in dieser Stufe erreichte Abkühlgeschwindigkeit wiederum weit niedriger liegt als in der letzten Stufe der Abkühlung.

Es hat sich gezeigt, daß sich mit dem voranstehend erläuterten bekannten Verfahren ohne die Anwesenheit von Molybdän in deren Zusammensetzung DP-Warmbandstähle herstellen lassen, bei denen ausgeprägte Martensit- und Ferrit-Anteile vorhanden sind. Die betreffenden Warmbänder weisen eine erhöhte Festigkeit und Zähigkeit auf.

Gleichzeitig muß allerdings eine Einbuße der Duktilität in Kauf genommen werden. Darüber hinaus hat sich herausgestellt, daß die mit dem bekannten Verfahren erzielten Verbesserungen nicht ausreichen, um die insbesondere im Hinblick auf die Härte an derart hergestellte Warmbänder gestellten Anforderungen zu erfüllen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zu schaffen, mit welchem Warmbänder erzeugt werden können, die ein hohes Umformvermögen und eine erhöhte Festigkeit aufweisen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Erzeugen eines Warmbandes gelöst, welches insbesondere aus Strangguß in Form von wiedererwärmten

oder direkt aus der Gießhitze eingesetzten Brammen, aus Dünnbrammen oder aus gegossenem Band basierend auf einem Stahl hergestellt ist, der (in Masse-%) 0,001 - 1,05 % C,  $\leq 1,5$  % Si, 0,05 - 3,5 % Mn,  $\leq 2,5$  % Al, gegebenenfalls weitere Elemente, wie Cu, Ni, Mo, N, Ti, Nb, V, Zn, B, P, Cr, Ca und/oder S, und als Rest Eisen sowie übliche Begleitelemente enthält, umfassend die folgenden Schritte:

- Kontinuierliches Fertigwalzen des Warmbandes,
- kontinuierliches Abkühlen des Warmbandes in mindestens zwei aufeinander folgenden Kühlphasen beschleunigter Kühlung auf eine Endtemperatur,
- wobei die erste Kühlphase beschleunigter Kühlung spätestens drei Sekunden nach dem letzten Walzstich des Fertigwalzens beginnt und
- wobei das Warmband während der ersten Kühlphase beschleunigter Kühlung mit einer Abkühlgeschwindigkeit von mindestens 150 °C/s gekühlt wird.

Gemäß der Erfindung erfolgt das Abkühlen des Warmbandes ebenfalls in mindestens zwei aufeinander folgend durchlaufenen Stufen. Dabei wird das Warmband in der ersten Kühlphase erheblich schneller gekühlt als beim Stand der Technik. Diese kompakte Kühlung während der ersten Kühlphase hat zur Folge, daß die  $\gamma/\alpha$ -Umwandlung des im  $\gamma$ -Gebiet warmgewalzten Bandes wirksam und zielgerichtet zu tieferen Temperaturen hin unterdrückt wird. In der anschließend durchlaufenen zweiten Kühlphase mit beschleunigter Abkühlung wird das Band dann auf die gewünschte Endtemperatur gebracht. In dieser Kühlphase

werden die härtesteigernden Zweitphasen des Warmband-Gefüges, wie Martensit, Bainit und Restaustenit, eingestellt. (Bei der am Ende der zweiten Kühlphase beschleunigter Kühlung erreichten Endtemperatur kann es sich selbstverständlich um die in Abhängigkeit von den gewünschten Bearbeitungsergebnissen erforderliche Haspeltemperatur handeln.)

In Abhängigkeit von den gewünschten Materialeigenschaften kann der für die Herstellung des Warmbandes verwendete Stahl wahlweise zusätzliche Elemente enthalten. Dabei sollte im Fall ihrer Anwesenheit der Anteil (in Masse-%) von Cu, Ni, Mo nicht größer als 0,8 %, der von N, Ti, Nb, V, Zn, B nicht größer als 0,5 %, der von P nicht größer als 0,09 %, der von Cr nicht größer als 1,5 % und der von S nicht größer als 0,02 % sein.

Versuche haben gezeigt, daß sich unter anderem insbesondere solche Stähle der voranstehend genannten Art für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eignen, die 0,005 bis 0,4 Masse-% Silizium enthalten.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist zum einen zum Erzeugen von Warmbändern geeignet, welche basierend auf Stählen mit niedrigen Kohlenstoffgehalten hergestellt sind. So ist eine vorteilhafte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens dadurch gekennzeichnet, daß der Stahl (in Masse-%) nicht mehr als 0,07 % C, nicht mehr als 0,2 % Si, nicht mehr als 0,6 % Mn und nicht mehr als 0,08 % Al enthält, das Warmband während des Fertigwalzens im Austenitgebiet gewalzt wird, das Warmband in der ersten Kühlphase beschleunigter Kühlung ausgehend von einer Temperatur oberhalb 850 °C auf eine Temperatur von 680 bis 750 °C gekühlt wird, das Warmband in der zweiten Kühlphase beschleunigter Kühlung auf eine Temperatur von

weniger als 600 °C gekühlt wird und schließlich gehaspelt wird.

Ebenso ist das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen von DP-Warmbandstählen geeignet. Eine dementsprechende Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß der Stahl (in Masse-%) 0,04 - 0,09 % C, nicht mehr als 0,2 % Si, 0,5 - 2,0 % Mn, 0,02 - 0,09 % P und nicht mehr als 0,9 % Cr enthält, und daß das Warmband nach dem Fertigwalzen in der ersten Kühlphase beschleunigter Kühlung ausgehend von einer Temperatur oberhalb 800 °C auf eine Temperatur von 650 bis 730 °C gekühlt wird, daß das Warmband in der zweiten Kühlphase beschleunigter Kühlung auf weniger als 500 °C gekühlt wird und daß das Warmband anschließend gehaspelt wird.

Auch bei Stählen mit höheren Kohlenstoff-Anteilen lassen sich bei erfindungsgemäßer Vorgehensweise Verbesserungen der Materialeigenschaften erzielen. So wird gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ein Warmband, welches auf einem Stahl mit (in Masse-%) 0,25 - 1,05 % C, nicht mehr als 0,25 % Si und nicht mehr als 0,6 % Mn basiert, nach dem Fertigwalzen in der ersten Kühlphase beschleunigter Kühlung ausgehend von einer Temperatur oberhalb 800 °C auf eine Temperatur von 530 bis 620 °C gekühlt, in der zweiten Kühlphase beschleunigter Kühlung auf weniger als 500 °C gekühlt und anschließend gehaspelt. Ein derart hergestelltes Warmband weist ebenfalls eine verbesserte Härte und bessere Umformeigenschaften gegenüber herkömmlich erzeugten Bändern auf.

Bei einem aluminiumhaltigen TRIP-Warmband, welches (in Masse-%) 0,12 - 0,3 % C, 1,2 - 3,5 % Mn und 1,1 - 2,2 % Al enthält, und in der erfindungsgemäßen Weise nach dem

Fertigwalzen in der ersten Kühlphase ausgehend von einer Temperatur, welche zwischen der  $Ar_3$ -Temperatur und einer Temperatur von  $Ar_3 + 150^\circ C$  liegt, auf eine Temperatur gekühlt wird, welche bis zu  $50^\circ C$  unterhalb der  $Ar_3$ -Temperatur liegt, in der zweiten Kühlphase auf  $350$  bis  $550^\circ C$  gekühlt wird und anschließend gehaspelt wird, können ebenfalls Verbesserungen der Festigkeit bei gleichzeitig hohem Umformvermögen festgestellt werden.

Eine weitere vorteilhafte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß der Stahl (in Masse-%)  $0,04 - 0,09\%$  C,  $0,5 - 1,5\%$  Si,  $0,5 - 2,0\%$  Mn,  $0,4 - 2,5\%$  Al, nicht mehr als  $0,09\%$  P sowie nicht mehr als  $0,9\%$  Cr enthält, daß das Warmband nach dem Fertigwalzen in der ersten Kühlphase beschleunigter Kühlung ausgehend von einer Temperatur oberhalb  $800^\circ C$  auf eine Temperatur von  $650$  bis  $730^\circ C$  gekühlt wird, daß das Warmband in der zweiten Kühlphase beschleunigter Kühlung auf weniger als  $500^\circ C$  gekühlt wird und daß das Warmband anschließend gehaspelt wird. Ein solches Warmband weist DP- und TRIP-Eigenschaften auf.

Ein Baustahl mit erhöhtem Ferrit-Anteil und daraus folgender besonders guter Umformbarkeit läßt sich dadurch herstellen, daß der Stahl (in Masse-%)  $0,07 - 0,22\%$  C,  $0,1 - 0,45\%$  Si sowie  $0,2 - 1,5\%$  Mn enthält, daß das Warmband nach dem Fertigwalzen in der ersten Kühlphase beschleunigter Kühlung ausgehend von einer Temperatur oberhalb  $800^\circ C$  auf eine Temperatur von  $650$  bis  $730^\circ C$  gekühlt wird, daß das Warmband in der zweiten Kühlphase beschleunigter Kühlung auf weniger als  $500^\circ C$  gekühlt wird und daß das Warmband anschließend gehaspelt wird. Bei gleicher Stahlzusammensetzung läßt sich ein Warmband mit verbesserter Härte demgegenüber dadurch erreichen, daß das Warmband nach dem Fertigwalzen in der ersten



Kühlphase beschleunigter Kühlung ausgehend von einer Temperatur oberhalb 800 °C auf eine Temperatur von 580 bis 650 °C gekühlt wird, daß das Warmband in der zweiten Kühlphase beschleunigter Kühlung auf weniger als 500 °C gekühlt wird und daß das Warmband anschließend gehaspelt wird. Das derart abgekühlte Warmband weist bei einem verminderten Ferrit-Anteil höhere Bainit- und Martensit-Anteile auf.

Entsprechend einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung durchläuft das Warmband zwischen der ersten Kühlphase und der zweiten Kühlphase beschleunigter Kühlung eine Zwischenkühlphase, während der das Warmband einer Luftkühlung ausgesetzt ist. Diese Zwischenkühlphase sollte mindestens eine Sekunde lang dauern. Im Zuge der sich an die erste Phase kompakter, d.h. stark beschleunigter Abkühlung anschließenden Zwischenphase, in der die Abkühlung an Luft erfolgt, setzt die Austenit-Umwandlung in Ferrit schneller ein und erreicht einen größeren Umfang als beim Stand der Technik, wobei gleichzeitig ein starker kornfeinender Effekt zu beobachten ist.

Überraschend ist festgestellt worden, daß sich durch das erfindungsgemäße Vorgehen ein Warmband herstellen läßt, welches im Vergleich zu einem nach dem herkömmlichen Verfahren in zwei Laminar-Kühlstufen mit zwischengeschalteter Kühlung an Luft gekühlten Warmband gleicher Zusammensetzung eine gesteigerte Härte und eine feinkörnigere Gefügestruktur besitzt. Gleichzeitig weist das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erzeugte Band eine hohe Festigkeit und, anders als die nach dem bekannten Verfahren erzeugten Bänder, eine gute Umformbarkeit auf.

Um die  $\gamma/\alpha$ -Umwandlung sicher bis zu tieferen Temperaturen hin zu unterdrücken, sollte die Phase kompakter Kühlung bei möglichst hohen Abkühlraten und in möglichst unmittelbarem Anschluß an den letzten Stich des Fertigwalzens erfolgen. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung beginnt daher die erste Kühlphase spätestens zwei Sekunden nach dem letzten Walzstich des Fertigwalzens, und die Abkühlgeschwindigkeit in der ersten Kühlphase beträgt mindestens 250 °C/s.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens, mit welcher sich ein Warmband von besonders guter Umformbarkeit herstellen läßt, ist dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Walzstiche während des Fertigwalzens im Austenitgebiet unterhalb einer Temperatur von  $A_{r3} + 80$  °C durchgeführt wird und daß die Gesamtstichabnahme während des Fertigwalzens mehr als 30 % beträgt.

Je nach Beschaffenheit und Zusammensetzung des zur Erzeugung des Warmbandes eingesetzten Stahls ist es zweckmäßig, wenn der insbesondere als Dünnbrammen-Vormaterial in die jeweilige Walzstraße eingeführte Stahl in der Flüssigphase mit Ca oder Ca-Trägerlegierungen behandelt wird.

Abhängig vom jeweils gewünschten Arbeitsergebnis, kann es schließlich vorteilhaft sein, wenn das Warmband in der zweiten Kühlphase mit einer Abkühlgeschwindigkeit von mindestens 30 °C/s gekühlt wird.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

- Fig. 1      den eine Kühlstrecke umfassenden Endabschnitt einer Linie zum Herstellen von Warmbändern in seitlicher Ansicht;
- Fig. 2      ein Diagramm, in welchem der Temperaturverlauf während des Abkühlens innerhalb der Kühlstrecke dargestellt ist;
- Fig. 3      ein Diagramm, in welchem die umgewandelten Anteile eines zur Herstellung eines Warmbandes verwendeten Stahls über der Temperatur bei herkömmlicher und bei erfindungsgemäßer Verfahrensweise dargestellt sind.

Die Linie 1 zum Herstellen eines Warmbandes W umfaßt eine Staffel von mehreren Fertig-Walzgerüsten, von denen hier lediglich das letzte Gerüst 2 dargestellt ist. In der Fertigwalz-Staffel wird das Warmband W auf seine gewünschte Enddicke fertig gewalzt.

In geringem Abstand hinter dem letzten Fertig-Walzgerüst 2 ist eine Kompakt-Kühleinrichtung 3 angeordnet. Diese Kompakt-Kühleinrichtung 3 umfaßt hier nicht dargestellte Düsen, über die Kühlflüssigkeit, vorzugsweise Wasser, unter erhöhtem Druck auf die Ober- und Unterseite des Warmbandes W gebracht wird. Der Volumenstrom der Kühlflüssigkeit ist so einstellbar, daß innerhalb der Kompakt-Kühleinrichtung 3 Abkühlgeschwindigkeiten von 150 °C/s bis 1000 °C/s erzielbar sind.

In Förderrichtung F des Warmbandes W beabstandet zu der Kompakt-Kühleinrichtung 3 ist eine zweite Kühleinrichtung 4 angeordnet. Die zweite Kühleinrichtung 4 arbeitet nach Art einer herkömmlichen Laminarkühlung, bei der die Kühlflüssigkeit durch mehrere in Förderrichtung F

hintereinander angeordnete, hier ebenfalls nicht gezeigte Düsen fächerartig auf das Warmband W gebracht wird. Die Anzahl der jeweils beaufschlagten Düsen und / oder der Volumenstrom der im Bereich der Laminar-Kühleinrichtung 4 ausgebrachten Kühlflüssigkeit sind derart regelbar, daß im Bereich der Laminar-Kühleinrichtung 4 Abkühlgeschwindigkeiten von 30 bis 150 °C/s erreicht werden.

In Förderrichtung F des Bandes hinter der Laminar-Kühleinrichtung 4 ist eine Haspeleinrichtung 5 angeordnet, in welcher das Warmband W zu einem Coil gewickelt wird.

Ein beispielsweise aus einem Mehrphasenstahl erzeugtes Warmband W wird in der Fertigwalzstaffel ausschließlich im Austenitgebiet bei einer Gesamtstichabnahme von mehr als 30 % gewalzt. Erforderlichenfalls wird das Warmband W während des Walzens einer thermomechanischen Behandlung unterzogen.

Nachdem das Warmband W das letzte Gerüst 2 der Fertig-Walzstaffel verlassen hat, gelangt es innerhalb einer Überführungsphase  $t_z$ , welche kürzer als zwei Sekunden ist, in die Kompakt-Kühleinrichtung 3. Mit Eintritt in die Kompakt-Kühleinrichtung 3 wird das Warmband W in einer ersten Kühlphase  $t_{ck}$  kontinuierlich einer kompakten Abkühlung ausgesetzt, während der das Warmband W von einer Eingangstemperatur  $ET_{ck}$  auf eine Austrittstemperatur  $AT_{ck}$  abgekühlt wird. Die dabei erreichten Abkühlgeschwindigkeiten liegen zwischen 250 und 1000 °C/s. Durch die in der Kompakt-Kühleinrichtung 3 innerhalb kurzer Zeit  $t_z$  nach dem Austritt aus der Fertig-Walzstaffel erfolgende beschleunigte Abkühlung des

Warmbandes W wird die  $\gamma/\alpha$ -Umwandlung des Warmbandstahls unterdrückt.

Anschließend durchläuft das Warmband W eine freie Strecke, in welcher es für eine Zwischenkühlphase  $t_{\text{PAUSE}}$  an Luft gekühlt wird. Die Dauer der Zwischenkühlphase  $t_{\text{PAUSE}}$  beträgt mindestens eine Sekunde. In dieser Zeit findet eine Teilumwandlung des Warmbandstahls statt.

Schließlich gelangt das Warmband W in die Laminar-Kühleinrichtung 4. In dieser wird es innerhalb einer zweiten Kühlphase  $t_{\text{LK}}$  von einer Eingangstemperatur  $E_{\text{TK}}$  auf eine Austrittstemperatur  $A_{\text{TK}}$  gekühlt. Die dabei eingestellte Abkühlgeschwindigkeit liegt zwischen 30 und 150 °C/s. In Abhängigkeit von der jeweiligen chemischen Zusammensetzung des Stahls und der gewählten Abkühlgeschwindigkeit werden Zweitphasen (Bainit, Martensit oder Restaustenit) gebildet, durch welche die Eigenschaften des Warmbandes W beeinflußt werden. Auch der Ausscheidungszustand des Warmbandes W wird auf diese Weise gesteuert.

Zuletzt wird das derart abgekühlte Warmband W in der Haspeleinrichtung 5 aufgehaspelt.

In Tabelle 1 sind die Gefügeanteile und die Härte von aus Stählen "Stahl1" - "Stahl2" hergestellten Warmbändern, die nach dem voranstehend erläuterten Verfahren gemäß der Erfindung erzeugt worden sind, den Gefügeanteilen und der Härte von Warmbändern gleicher Zusammensetzung gegenübergestellt, welche in herkömmlicher Weise in zwei Laminar-Kühleinrichtungen mit dazwischen geschaltetem Kühlen an Luft abgekühlt worden sind.

ERFINDUNG				STAND DER TECHNIK	
1. Kühlphase: Kompakt-Kühlung Abkühlgeschw. > 250 °C/s 2. Kühlphase: Kühlung an Luft 3. Kühlphase: Laminar-Kühlung Abkühlgeschw. 30 - 150 °C/s				1. Kühlphase: Laminar-Kühlung Abkühlgeschw. 30 - 150 °C/s 2. Kühlphase: Kühlung an Luft 3. Kühlphase: Laminar-Kühlung Abkühlgeschw. 30 - 150 °C/s	
Stahl	Art des Gefüges	Anteil in %	Härte HV10	Anteil in %	Härte HV10
Stahl1	Ferrit	10	292	Spuren	256
	Perlit	-		-	
	Bainit	40		60	
	Martensit	50		40	
Stahl2	Ferrit	25	259	≤ 5	236
	Perlit	-		-	
	Bainit	25		95	
	Martensit	50		-	

Tabelle 1

Die Zusammensetzungen der zur Herstellung der Warmbänder verwendeten Stähle "Stahl1" und "Stahl2" sind in Tabelle 2 angegeben.

	C	Mn	P	S	Si	Cu	Al	N	Cr	Ni	Ti	Nb
Stahl1	0,15	1,38	0,009	0,007	0,42	0,01	0,026	0,0041	0,02	0,02	0,02	0,018
Stahl2	0,13	1,45	0,012	0,004	0,35	0,14	0,037	0,0064	0,04	0,16		0,034

Tabelle 2

In Fig. 3 ist für den Stahl1 in durchgezogener Linie der Verlauf CLK derjenigen Gefügeumwandlung, welcher sich einstellt, wenn ein Warmband zunächst in der erfindungsgemäßen Weise für die Zeit  $t_{CK}$  eine Kompakt-Kühlung mit einer Abkühlgeschwindigkeit von 250 °C/s, anschließend eine Zwischenkühlphase  $t_{PAUSE}$  und schließlich für die Zeit  $t_{LK}$  eine Laminar-Kühlung durchläuft, dem in gestrichelter Linie gezeichneten Verlauf LLK der Gefügeumwandlung gegenübergestellt, der sich bei einer

herkömmlichen Kombination zweier Laminar-Kühlungen mit zwischengeschalteter Kühlung an Luft einstellt.

Es ist deutlich zu erkennen, daß durch die vorgeschaltete Kompakt-Kühlung der Anteil an harten Phasen, d.h. solchen, die bei geringen Temperaturen umwandeln, zunimmt. So liegt bei erfindungsgemäßer Abfolge von Kompakt- / Luft- / Laminarkühlung der umgewandelte Anteil UA des Austenits bei einer Temperatur von 450 °C erst bei ca. 60 %. Die Umwandlung der restlichen Anteile des Austenits setzt dann in größerem Maße bei Temperaturen unterhalb von 400 °C ein und ist erst bei einer Temperatur von 320 °C abgeschlossen. Demgegenüber hat der umgewandelte Anteil UA im Falle der herkömmlichen Laminar- / Luft- / Laminarkühlung bei 400 °C schon annähernd 90 % erreicht. Die Umwandlung des dann noch verbleibenden Austenits ist schon bei 350 °C abgeschlossen.

Tabelle 1 bestätigt die Aussage der Fig. 3. Bei jedem der untersuchten Warmbänder ist bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens gegenüber herkömmlich abgekühlten Bändern eine Verschiebung der Gefügeanteile zugunsten der härteren Martensit-Phasen erreicht worden. Dies führte bei unveränderter Zusammensetzung zu einer deutlichen Steigerung der Härte des jeweiligen Warmbandes.

Gleichzeitig weisen die gemäß der Erfindung hergestellten Proben ein Gefüge mit feinkörnigerer Struktur auf als die nach dem herkömmlichen Verfahren erzeugten. Dies hat zur Folge, daß die erfindungsgemäß hergestellten Warmbänder trotz der gestiegenen Anteile der harten Phasen eine gute Umformbarkeit aufweisen. Bestätigt wurde dieser Umstand auch für einen TRIP-Stahl ((in Masse-%) C: 0,2 %, Al: 1,8

%, Mn: 1,6 %). Ein solcher Stahl wies nach herkömmlicher Herstellungsweise einen mittleren Ferritkorn-Durchmesser von 6 - 7  $\mu\text{m}$  auf. Bei erfindungsgemäßer Vorgehensweise ist dieser Durchmesser auf weniger als 3  $\mu\text{m}$  vermindert.



**BEZUGSZEICHEN**

- F     Förderrichtung,
- W     Warmband,
- 1     Linie zum Herstellen eines Warmbands,
- 2     Fertigwalz-Gerüst,
- 3     Kompakt-Kühleinrichtung,
- 4     Laminar-Kühleinrichtung,
- 5     Haspeleinrichtung,
- $t_z$    Überführungsphase zwischen dem Austritt aus dem  
Fertigwalz-Gerüst 2 und dem Beginn der  
Kompaktkühlung,
- $t_{CK}$    erste Kühlphase, welche das Warmband W benötigt, um  
die Länge der Kompakt-Kühleinrichtung 3  
zurückzulegen,
- $ET_{CK}$    Eingangstemperatur des Warmbandes W beim Eintritt in  
die Kompakt-Kühleinrichtung 3,
- $AT_{CK}$    Austrittstemperatur des Warmbandes W beim Austritt  
aus der Kompakt-Kühleinrichtung 3,
- $t_{PAUSE}$    Zwischenkühlphase, während der das Warmband W an  
Luft gekühlt wird,
- $t_{LK}$    zweite Kühlphase, in der das Warmband W in der  
Laminar-Kühleinrichtung 4 abgekühlt wird,
- $ET_{LK}$    Eingangstemperatur des Warmbandes W beim Eintritt in  
die Laminar-Kühleinrichtung 4,
- $AT_{LK}$    Austrittstemperatur des Warmbandes W beim Austritt  
aus der Laminar-Kühleinrichtung 4,
- CLK   Verlauf der Gefügeumwandlung, der sich einstellt,  
wenn ein Warmband zunächst eine Kompakt-Kühlung und  
anschließend eine Laminar-Kühlung durchläuft,
- LLK   Verlauf LLK der Gefügeumwandlung, der sich bei einer  
Kombination zweier Laminar-Kühlungen einstellt,
- UA   jeweiliger umgewandelter Anteil des Austenits.

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zum Erzeugen eines Warmbandes (W), welches insbesondere aus Strangguß in Form von wiedererwärmten oder direkt aus der Gießhitze eingesetzten Brammen, aus Dünnbrammen oder aus gegossenem Band basierend auf einem Stahl hergestellt ist, der (in Masse-%)

C: 0,001 - 1,05 %,

Si: ≤ 1,5 %,

Mn: 0,05 - 3,5 %,

Al: ≤ 2,5 %,

gegebenenfalls weitere Elemente, wie Cu, Ni, Mo, N, Ti, Nb, V, Zn, B, P, Cr, Ca und/oder S, und

als Rest Eisen sowie übliche Begleitelemente enthält,

umfassend die folgenden Schritte:

- Kontinuierliches Fertigwalzen des Warmbandes (W),
- kontinuierliches Abkühlen des Warmbandes (W) in mindestens zwei aufeinander folgenden Kühlphasen ( $t_{CK}$ ,  $t_{LK}$ ) beschleunigter Kühlung auf eine Endtemperatur,

- wobei die erste Kühlphase ( $t_{ck}$ ) beschleunigter Kühlung spätestens drei Sekunden nach dem letzten Walzstich des Fertigwalzens beginnt und
- wobei das Warmband (W) während der ersten Kühlphase ( $t_{ck}$ ) beschleunigter Kühlung mit einer Abkühlgeschwindigkeit von mindestens 150 °C/s gekühlt wird.

2. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Stahl wahlweise (in Masse-%)

Cu, Ni, Mo mit einem Anteil  $\leq 0,8$  %,

N, Ti, Nb, V, Zn, B mit einem Anteil  $\leq 0,5$  %,

P mit einem Anteil  $\leq 0,09$  %,

Cr mit einem Anteil  $\leq 1,5$  % und / oder

S mit einem Anteil  $\leq 0,02$  %

enthält.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Stahl 0,005 bis 0,4 Masse-% Silizium enthält.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

- daß der Stahl (in Masse-%)

C:  $\leq 0,07$  %,

Si:  $\leq 0,2$  %,

Mn:  $\leq 0,6$  %,

Al:  $\leq 0,08$  %

enthält,

- d a ß das Warmband (W) während des Fertigwalzens im Austenitgebiet gewalzt wird,
- d a ß das Warmband (W) in der ersten Kühlphase ( $t_{CK}$ ) beschleunigter Kühlung ausgehend von einer Temperatur oberhalb  $850^{\circ}\text{C}$  auf eine Temperatur von  $680$  bis  $750^{\circ}\text{C}$  gekühlt wird,
- d a ß das Warmband (W) in der zweiten Kühlphase ( $t_{LK}$ ) beschleunigter Kühlung auf eine Temperatur von weniger als  $600^{\circ}\text{C}$  gekühlt wird und
- d a ß das Warmband (W) anschließend gehaspelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, d a ß der Stahl (in  
Masse-%)

C:  $0,04 - 0,09$  %,

Si:  $\leq 0,2$  %,

Mn:  $0,5 - 2,0$  %,

P:  $0,02 - 0,09$  %,

Cr:  $\leq 0,9$  %

enthält,

- d a ß das Warmband (W) nach dem Fertigwalzen in der ersten Kühlphase ( $t_{CK}$ ) beschleunigter Kühlung ausgehend von einer Temperatur oberhalb 800 °C auf eine Temperatur von 650 bis 730 °C gekühlt wird,
- d a ß das Warmband (W) in der zweiten Kühlphase beschleunigter Kühlung ( $t_{LK}$ ) auf weniger als 500 °C gekühlt wird und
- d a ß das Warmband (W) anschließend gehaspelt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Stahl (in Masse-%)

C: 0,25 - 1,05 %,

Si: ≤ 0,25 %,

Mn: ≤ 0,6 %

enthält,

- d a ß das Warmband (W) nach dem Fertigwalzen in der ersten Kühlphase ( $t_{CK}$ ) beschleunigter Kühlung ausgehend von einer Temperatur oberhalb 800 °C auf eine Temperatur von 530 bis 620 °C gekühlt wird,
- d a ß das Warmband (W) in der zweiten Kühlphase ( $t_{LK}$ ) beschleunigter Kühlung auf weniger als 500 °C gekühlt wird und
- d a ß das Warmband (W) anschließend gehaspelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t, d a ß der Stahl (in  
Masse-%)

C: 0,12 - 0,3 %,

Mn: 1,2 - 3,5 %,

Al: 1,1 - 2,2 %

enthält,

- d a ß das Warmband (W) nach dem Fertigwalzen in  
der ersten Kühlphase ( $t_{CK}$ ) beschleunigter Kühlung  
ausgehend von einer Temperatur, welche zwischen der  
 $Ar_3$ -Temperatur und einer Temperatur von  $Ar_3 + 150\text{ }^{\circ}\text{C}$   
liegt, auf eine Temperatur gekühlt wird, welche bis  
zu  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  unterhalb der  $Ar_3$ -Temperatur liegt,
- d a ß das Warmband (W) in der zweiten Kühlphase  
( $t_{LK}$ ) beschleunigter Kühlung auf  $350$  bis  $550\text{ }^{\circ}\text{C}$   
geköhlt wird und
- d a ß das Warmband (W) anschließend gehaspelt  
wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t,

- d a ß der Stahl (in Masse-%)

C: 0,04 - 0,09 %,

Si: 0,5 - 1,5 %,

Mn: 0,5 - 2,0 %,

Al: 0,4 - 2,5 %,

P:  $\leq 0,09 \%$ ,

Cr:  $\leq 0,9 \%$ ,

enthält,

- d a ß das Warmband (W) nach dem Fertigwalzen in der ersten Kühlphase ( $t_{CK}$ ) beschleunigter Kühlung ausgehend von einer Temperatur oberhalb  $800^{\circ}\text{C}$  auf eine Temperatur von  $650$  bis  $730^{\circ}\text{C}$  gekühlt wird,
- d a ß das Warmband (W) in der zweiten Kühlphase ( $t_{LK}$ ) beschleunigter Kühlung auf weniger als  $500^{\circ}\text{C}$  gekühlt wird und
- d a ß das Warmband (W) anschließend gehaspelt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t,

- d a ß der Stahl (in Masse-%)

C:  $0,07 - 0,22 \%$ ,

Si:  $0,1 - 0,45 \%$ ,

Mn:  $0,2 - 1,5 \%$ ,

enthält,

- d a ß das Warmband (W) nach dem Fertigwalzen in der ersten Kühlphase ( $t_{CK}$ ) beschleunigter Kühlung ausgehend von einer Temperatur oberhalb  $800^{\circ}\text{C}$  auf eine Temperatur von  $650$  bis  $730^{\circ}\text{C}$  gekühlt wird,

- d a ß das Warmband in der zweiten Kühlphase ( $t_{LK}$ ) beschleunigter Kühlung auf weniger als 500 °C gekühlt wird und

- d a ß das Warmband anschließend gehaspelt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t,

- d a ß der Stahl (in Masse-%)

C: 0,07 - 0,22 %,

Si: 0,1 - 0,45 %,

Mn: 0,2 - 1,5 %,

enthält,

- d a ß das Warmband (W) nach dem Fertigwalzen in der ersten Kühlphase ( $t_{CK}$ ) beschleunigter Kühlung ausgehend von einer Temperatur oberhalb 800 °C auf eine Temperatur von 580 bis 650 °C gekühlt wird,

- d a ß das Warmband (W) in der zweiten Kühlphase ( $t_{LK}$ ) beschleunigter Kühlung auf weniger als 500 °C gekühlt wird und

- d a ß das Warmband (W) anschließend gehaspelt wird.

11. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a ß das Warmband (W) zwischen der ersten Kühlphase ( $t_{CK}$ ) beschleunigter Kühlung und der zweiten Kühlphase ( $t_{LK}$ )



beschleunigter Kühlung eine Zwischenkühlphase ( $t_{\text{PAUSE}}$ ) durchläuft, während der das Warmband (W) einer Luftkühlung ausgesetzt ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a ß die Zwischenkühlphase ( $t_{\text{PAUSE}}$ ) mindestens eine Sekunde lang dauert.
13. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a ß die erste Kühlphase ( $t_{\text{CK}}$ ) beschleunigter Kühlung spätestens zwei Sekunden nach dem letzten Walzstich des Fertigwalzens beginnt und d a ß die Abkühlgeschwindigkeit während der ersten Kühlphase ( $t_{\text{CK}}$ ) beschleunigter Kühlung mindestens 250 °C/s beträgt.
14. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a ß mindestens einer der Walzstiche während des Fertigwalzens im Austenitgebiet unterhalb einer Temperatur von  $A_{r3} + 80$  °C durchgeführt und eine Gesamtstichabnahme von mehr als 30% erreicht wird.
15. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a ß der Stahl in der Flüssigphase mit Ca oder Ca-Trägerlegierungen behandelt wird.

16. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Warmband (W) in der zweiten Kühlphase ( $t_{LK}$ ) beschleunigter Kühlung mit einer Abkühlgeschwindigkeit von mindestens 30 °C/s gekühlt wird.

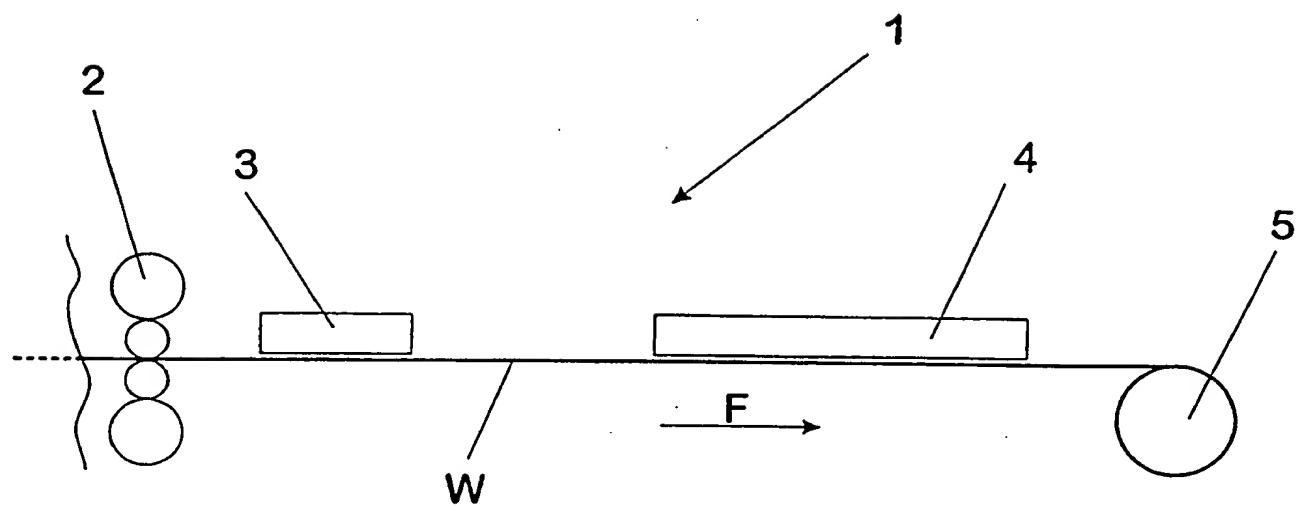


Fig. 1

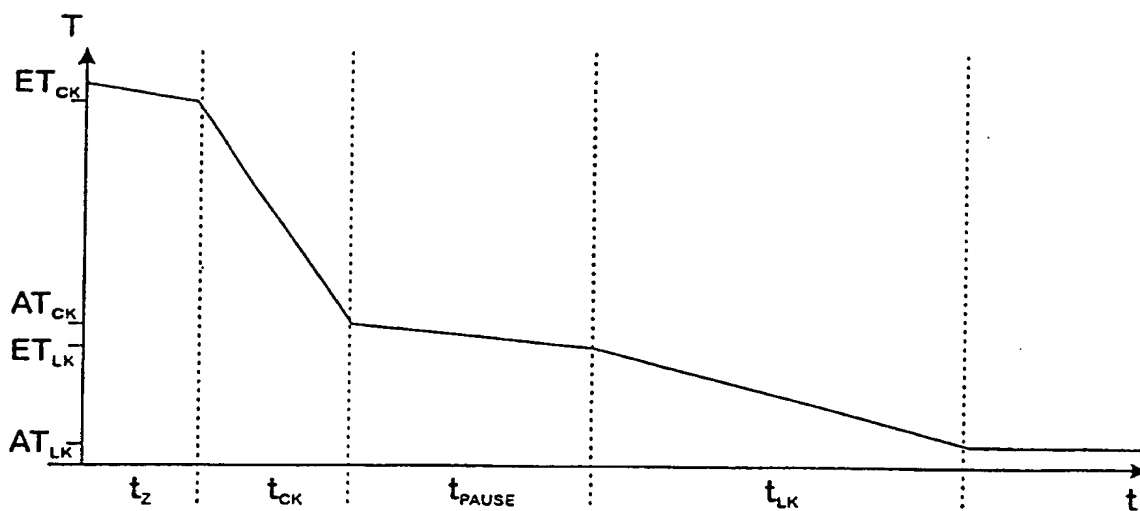


Fig. 2

JC03 Rec'd [REDACTED] 1 0 SEP 2001

THIS PAGE BLANK (USPTO)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/01517

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 C21D8/02 C21D1/19

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 12, 31 October 1998 (1998-10-31) & JP 10 195588 A (KAWASAKI STEEL CORP), 28 July 1998 (1998-07-28) abstract	1, 11
A	EP 0 719 868 A (KAWASAKI STEEL CO) 3 July 1996 (1996-07-03)	
A	EP 0 072 867 A (KAWASAKI STEEL CO) 2 March 1983 (1983-03-02)	
A	WO 97 39152 A (CENTRE RECH METALLURGIQUE ;SCHMITZ ALAIN (BE); HERMAN JEAN CLAUDE) 23 October 1997 (1997-10-23)	
	--- -/-- ---	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 June 2000

Date of mailing of the international search report

05/07/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mollet, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/01517

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN  vol. 1998, no. 01,  30 January 1998 (1998-01-30)  &amp; JP 09 241790 A (NIPPON STEEL CORP),  16 September 1997 (1997-09-16)  abstract</p> <p>-----</p>	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/01517

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 10195588 A	28-07-1998	NONE	
EP 0719868 A	03-07-1996	JP 8176723 A US 5558727 A	09-07-1996 24-09-1996
EP 0072867 A	02-03-1983	JP 1401818 C JP 57137426 A JP 61011291 B DE 3270546 D WO 8202902 A US 4502897 A	28-09-1987 25-08-1982 02-04-1986 22-05-1986 02-09-1982 05-03-1985
WO 9739152 A	23-10-1997	BE 1010142 A EP 0894149 A	06-01-1998 03-02-1999
JP 09241790 A	16-09-1997	NONE	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. nales Aktenzeichen

PCT/EP 00/01517

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 C21D8/02 C21D1/19		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 C21D		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 12, 31. Oktober 1998 (1998-10-31) & JP 10 195588 A (KAWASAKI STEEL CORP), 28. Juli 1998 (1998-07-28) Zusammenfassung ---	1,11
A	EP 0 719 868 A (KAWASAKI STEEL CO) 3. Juli 1996 (1996-07-03) ---	
A	EP 0 072 867 A (KAWASAKI STEEL CO) 2. März 1983 (1983-03-02) ---	
A	WO 97 39152 A (CENTRE RECH METALLURGIQUE ;SCHMITZ ALAIN (BE); HERMAN JEAN CLAUDE) 23. Oktober 1997 (1997-10-23) --- -/--	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie         </div> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*G* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 23. Juni 2000		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 05/07/2000
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 851 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Mollet, G

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. nales Aktenzeichen

PCT/EP 00/01517

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 01, 30. Januar 1998 (1998-01-30) &amp; JP 09 241790 A (NIPPON STEEL CORP), 16. September 1997 (1997-09-16) Zusammenfassung -----</p>	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/01517

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 10195588 A	28-07-1998	KEINE	
EP 0719868 A	03-07-1996	JP 8176723 A	09-07-1996
		US 5558727 A	24-09-1996
EP 0072867 A	02-03-1983	JP 1401818 C	28-09-1987
		JP 57137426 A	25-08-1982
		JP 61011291 B	02-04-1986
		DE 3270546 D	22-05-1986
		WO 8202902 A	02-09-1982
		US 4502897 A	05-03-1985
WO 9739152 A	23-10-1997	BE 1010142 A	06-01-1998
		EP 0894149 A	03-02-1999
JP 09241790 A	16-09-1997	KEINE	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**